取扱説明書

長短波放射計

MR-60

この度は EKO 製品をご利用いただきましてありがとうございます。

ご使用の前に必ずこの取扱説明書をよくお読みになり，正しくお使いください。

また，必ず保管して必要なときにお読みください。

英弘精機株式会社

1 安全にお使いいただくために

弊社製品は，安全を十分に考慮して設計･製造されておりますが，お客様の使用状況により思わぬ重大な事故を招く可能性があります。本書をよくお読みになり，使用方法を必ず守りながら正しくお使いください。

警告・注意	この内容を怠ると，重大な事故を招いたり，生命を奪うおそれがあります。
禁止	してはいけない禁止行為を示します。
義務	しなければならない義務行為を示します。

警告・注意

設置について

本器をとりつける取り付け台や支柱は十分な荷重に耐えるものとし，本器をボルト･ナット等でしっかりと支柱に固定してください。
強風，地震等により転落して思わぬ事故を引き起こすおそれがあります。

設置場所について

メンテナンスが容易でない場所に設置した場合，事故やけがの原因となる危険性があります。

取扱説明書について

取扱説明書（本書）には本器を使用する際の基本的な操作や重要な操作などが記述されています。
本器を使用する場合には，必ず本書をよくお読みになり，内容をよく理解した上でご使用ください。

分解について

本器は，本体温度とセンサ温度が同一になるように製造しています。
したがって，使用者が分解したり，センサを本体から取り外すことにより，仕様通りの測定ができなくなることがありますので，分解したりしないでください。

2　もくじ

3 長短波放射計の概要

３－１．概　　要

長短波放射計 MR-60(以下，MR-60)は，可視域～近･ 中間赤外域における日射（太陽放射や短波放射とも呼ぶが本書では「短波放射」と呼ぶ）と遠赤外域における地球放射（長波放射や赤外放射とも呼ぶが本書では「長波放射」と呼ぶ）について，それぞれの上向き放射と下向き放射を独立して測定するための測器です。
長短波放射計 MR-60 は，この４成分の放射量を測定することから４成分放射計とも呼ばれます。
長短波放射計での測定により，アルベド，短波放射収支量，長波放射収支量，放射収支量，推定天空温度および推定地表温度を求めることができます。

短波放射は，下向き放射用および上向き放射用の２つの日射計により測定することができます。下向き放射用日射計は天空(視野角 180°)から入射する短波放射量を測定し，上向き放射用日射計は下向き放射が地表で反射した放射量を測定します。

長波放射は，下向き放射用および上向き放射用の２つの赤外放射計により測定することができます。下向き放射用の赤外放射計は，天空からの長波放射量を測定し，上向き放射用の赤外放射計は地表物質(土壌，岩石，水面など)から放射された長波放射量を測定します。

３－２．特　　長

1．高い測定精度

0.3～50μm 域の放射収支の測定に対して，短波放射用の日射計が 0.3～3μm 域，長波放射用の赤外放射計が 3～50μm 域をカバーし，下向き放射および上向き放射をそれぞれ測定します。
日射計は ISO 規格の Second Class 日射計を使用しています。

2．高い耐候性

MR-60 は，全天候型として設計されているため，高い耐候性をもっています。特にセンサ部はガラスドームを使用しており，他社製のプラスチック製ドームのように頻繁に交換する必要がありませんので、長期的な観測に対してのメンテナンス頻度に優れています。

３－３．ブロック図

MR-60 のブロック図は下図の通りです。
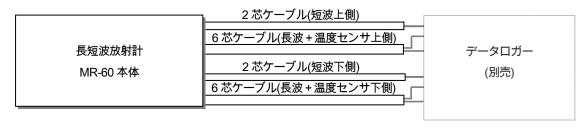
図１．ブロック図

３－４．結線図

MR-60 の結線図は図 2 の通りです。
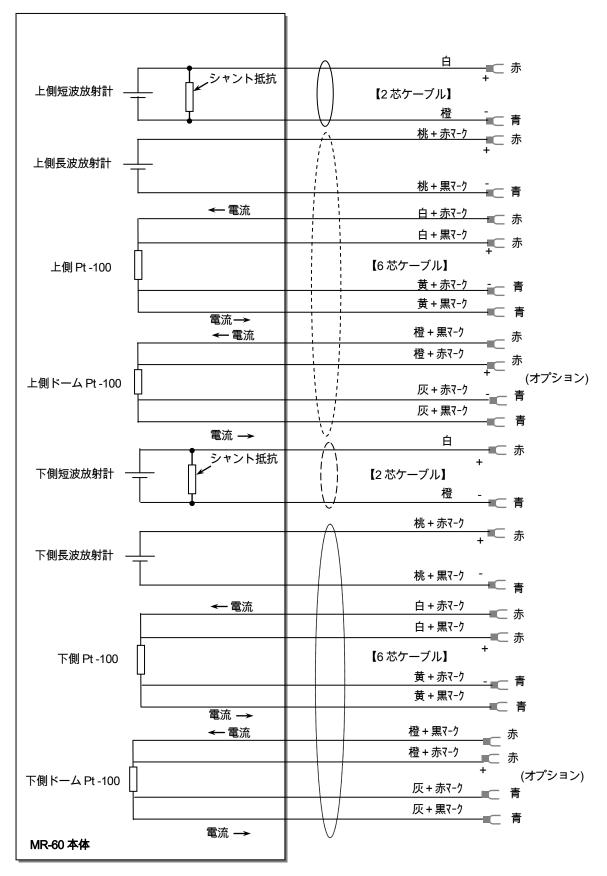
図２．結線図

4 各部の名前とはたらき

各部の名前とはたらきは図３および表１の通りです。
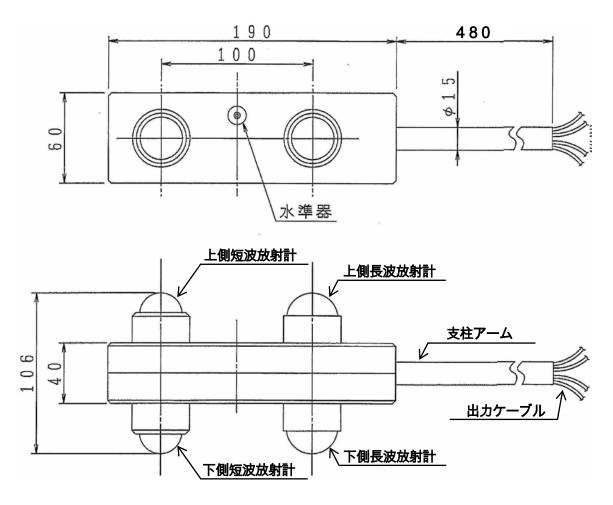
図３．各部の名前

表１．各部の名前とはたらき

名　　前	はたらき	備考
上側短波放射計	下向きの短波放射を測定します。	ISO Second Class
上側長波放射計	下向きの長波放射を測定します。	
下側短波放射計	上向きの短波放射を測定します。	ISO Second Class
下側長波放射計	上向きの長波放射を測定します。	
水準器	本体(MR-60)を水平に設置するために使用します。	
上、下短波センサケーブル	上下短波センサの、それぞれの出力用ケーブルです。	2 芯ケーブル×2
上、下長波センサ ＋温度計用ケーブル	上下長波センサおよび上下温度計用の、それぞれの出力用ケーブルです	6 芯ケーブル×2
支持アーム	本体を設置・固定するためのアームです。	φ15mm、長さ 480mm

5	設置のしかた

５－１．設置場所

1

設置場所の選定にあたっては，測定したい場所全体の代表値を測定できる場所を正しく選定してください。

また，MR-60 のセンサの視野に大きな人工物や建築物などがないかの確認や，センサにそれらの影がかからないかの確認を行ってください。

2

より高精度な測定を行うためには，地表から 1.5m 以上のなるべく高い位置に MR-60 を設置することをお勧めします。

3

MR-60 は重量が約 2.8kg となります。設置ポールなどとの重量のバランスをよく考慮した上で設置してください。

「１．安全にお使いいただくために」の「設置について」をよく読んでください。詳しくは弊社の担当者にご相談ください。

５－２．設　　置

1

MR-60 の支持アーム(直径 15mm)を使用して，MR-60 本体を固定してください。水準器のついている方が上です。

北半球に設置する場合には，MR-60 の先端(水準器のついている方)が南側となるように設置してください。南半球に設置する場合はその逆です。

2

水準器の気泡が水準器の中の円内の中心にくるように MR-60 を水平に調整して，しっかりと固定してください。

MR-60 を傾けて設置した場合には，使用しているセンサの傾斜特性により最大 3%の測定エラーが生じます。

3

ケーブルの色とはたらきは表２の通りです。MR-60 からの信号ケーブルをデータロガーに接続してください。

表２．ケーブルの色とはたらき

	ケーブルの色	圧着端子の色	はたらき		接続先
2芯	白	赤	上側短波放射計の信号電圧＋	A	データロガーへ
	橙	青	上側短波放射計の信号電圧 -	B	データロガーへ
6芯	桃＋赤	赤	上側長波放射計の信号電圧＋	C	データロガーへ
	桃＋黒	青	上側長波放射計の信号電圧 -	D	データロガーへ
	白＋赤	赤	上側 Pt 温度計用の信号電流＋	E	データロガーへ
	白＋黒	赤	上側 Pt 温度計用の信号電圧＋	F	データロガーへ
	黄＋赤	青	上側 Pt 温度計用の信号電圧 -	G	データロガーへ
	黄＋黒	青	上側 Pt 温度計用の信号電流 -	H	データロガーへ
2芯	白	赤	下側短波放射計の信号電圧＋	I	データロガーへ
	橙	青	下側短波放射計の信号電圧 -	J	データロガーへ
6芯	桃＋赤	赤	下側長波放射計の信号電圧＋	K	データロガーへ
	桃＋黒	青	下側長波放射計の信号電圧 -	L	データロガーへ
	白＋赤	赤	下側 Pt 温度計用の信号電流＋	M	データロガーへ
	白＋黒	赤	下側 Pt 温度計用の信号電圧＋	N	データロガーへ
	黄＋赤	青	下側 Pt 温度計用の信号電圧 -	O	データロガーへ
	黄＋黒	青	下側 Pt 温度計用の信号電流 -	P	データロガーへ

データロガーは、直流電圧チャンネルが４チャンネル、Pt 温度計用の温度測定チャンネルが２チャンネル必要です。

直流電圧チャンネルに接続する各放射計の信号電圧は最大１０mV 程度です。測定する電圧に応じたデータロガーを使用してください。

二つの短波放射用の日射計，二つの長波放射用の赤外放射計および赤外放射を計算するための温度センサをそれぞれ独立して測定することにより，各々の放射量，放射収支量およびアルベドなどを求めることができます。計算法については次章を参照してください。
接続する必要があるケーブルについては，それらの末端をハンダ付けによりしっかりと接続した上で絶縁テープをまいて外部と絶縁してください。

4

ケーブルが風などにより揺れたりしないように束線バンドなどでしっかりと固定してください。

6 放射量の計算法

1. 日射量の計算

短波放射用の日射計による電圧出力(μV)から短波放射による放射量(W/m²)を計算する場合には，次式を用います。

$$Rsw = Vsw/C \qquad (1)$$

但し，Rsw：短波放射(W/m²)，Vsw：日射計の出力電圧(μV)，C：日射計の感度定数(μV/Wm^{-2})

感度定数Cは，MR-60 の本体横の銘板に記述されています。

2. 赤外放射量の計算

長波放射用の赤外放射計による電圧出力(μV)と温度センサ(Pt-100)から長波放射による放射量(W/m²)を計算する場合には，次式を用います。

$$Rlw = Vlw/C + \sigma T^4 \qquad (2)$$

但し，Rlw：長波放射(W/m²)，Vlw：赤外放射計の出力電圧(μV)，C：赤外放射計の感度定数(μV/Wm^{-2})

σ：Stefan Boltzman 定数(=5.67×10^{-8}Wm^{-2}K^{-4})，

T：温度センサ(Pt-100）による絶対温度(K; セ氏温度+273.15)

感度定数Cは，MR-60 の本体横の銘板に記述されています。

3. 各種放射量の計算

前記の日射量と赤外放射量の計算値から，表3の放射量などを求めることができます。

表3．各種放射量の計算

計算項目	単位	計算式	備考
アルベドA	-	A=Rsw.lower/Rsw.upper	短波放射における地表面の反射率
短波放射収支量 NRsw	Wm^{-2}	NRsw=Rsw.upper-Rsw.lower	短波放射の放射収支量
長波放射収支量 NRlw	Wm^{-2}	NRlw=Rlw.upper-Rlw.lower	長波放射の放射収支量
放射収支量 NR	Wm^{-2}	NR=(Rsw.upper+ Rlw.upper) –(Rsw.lower+Rlw.lower)	短波放射および長波放射の放射収支量
推定天空温度 ST	K	ST={Rlw.upper/(5.67×10^{-8})}$^{1/4}$	推定される天空の温度
推定地表温度 GT	K	GT={Rlw.lower/(5.67×10^{-8})}$^{1/4}$	推定される地表面の温度

但し， Rsw.upper：MR-60 の上にある下向き放射用日射計による放射量

Rsw.lower：MR-60 の下にある上向き放射用日射計による放射量

Rlw.upper：MR-60 の上にある下向き放射用赤外放射計による放射量

Rlw.lower：MR-60 の下にある上向き放射用赤外放射計による放射量

推定天空温度(ST)と推定地表温度(GT)は，天空や地表面が放射率=1 の完全黒体と見なした場合の推定温度をさします。

7 メンテナンス

７－１．日常的なメンテナンス

1

MR-60 の 4 つのセンサのドームやガラスに汚れやキズがないかを確認してください。

汚れていた場合には，柔らかい布，キムワイプ®，ブロワーなどを使用して除去してください。

2

MR-60 が水平に取り付けられているか水準器を使用して確認してください。

また，MR-60 の据え付けにがたつきがないかを確認してください。

3

ケーブルのたるみなどがないかを確認してください。

７－２．定期的なメンテナンス

2 年に一度は弊社による再校正を受けてください。

再校正の必要性をお客様自身で判断される場合には，次の手順にそった実験を行ってください。

①日射計については，晴天時の昼間に MR-60 の設置方法を上下逆向きにして，下向き放射用日射計と上向き放射用日射計の電圧出力値の差違を調べてください。両者の差違が 5%を超える場合には再校正が必要です。

②赤外放射計については，夜間に MR-60 の設置方法を上下逆向きにして，下向き放射用赤外放射計と上向き放射用赤外放射計の電圧出力値の差違を調べてください。両者の差違が 5%を超える場合には再校正が必要です。

8 故障かな，と思ったら

修理やお問い合わせのご連絡を頂く前に，下記の項目をご確認ください。

トラブルシューティング

症状	対応
出力がおかしい	MR-60 を上下逆さまに設置して，出力が同等かを確認してください。
日射計の出力がおかしい	センサのインピーダンスを測定してください。機器仕様の 20～140Ωではなく，0Ωや導通なしの場合は，ハードウェア(電気回路)の異常が考えられます。弊社にご連絡ください。
	日射計を手で覆ったときに 0±5W/m^2(0±35μV)程度を示すかを確認してください。変動が大きい場合には，データロガー· テスターなどの読取器の異常が考えられます。
	晴天時の昼間における日射計の出力を確認してください。国内の真夏における南中時刻頃の日射量が約 1000W/m^2(約 7mV)となります。
赤外放射計の出力がおかしい	赤外放射計を手で覆ってください。MR-60 の温度よりも手の温度の方が高い場合には正の電圧を出力します。逆に手の温度の方が低い場合には負の電圧を出力します。
温度センサの出力がおかしい	温度センサが Pt-100 の場合には，テスターにより温度センサの抵抗値を測定してください。0℃で 100Ω，20℃で 108Ω，40℃で 116Ωを示せば正常です。

9　仕　　様

９－１．仕　　様

MR-60 の仕様は下表の通りです。

表 4.長短波放射計 MR-60 の仕様一覧

項　　　　目	仕　　　　様
本体部	
感度	検査証及び、本体に表示
測定誤差	日積算値で±10%
測定最大誤差	日射計のオフセット 10W/m^2，Pt-100 の温度誤差±2K
チャンネル数	mV レンジ×4ch，4 線式 Pt-100×2ch
ケーブル長	標準：10m 長 オプション：20m，30m，50m（受注生産）
動作温度範囲	-40～+70℃
寸法	60（W）×190（D）×106（H） mm (但し，支持アームは除く)
重量	2.8kg（ケーブル 10m含む）
日射計部	
規格	Second class （ISO 規格）
応答時間(95%)	18 秒
感度	４~１０μV/W・m^{-2}
ゼロオフセット	200W/m^2 の熱放射に対して 15W/m^2 周囲温度 5K/h の変化に対して 4W/m^2
安定性	1%/年
線形性	1000W/m^2 に対して 2.5%
温度特性	6%(-10～+40℃)
傾斜特性	2%
インピーダンス	20～140Ω
スペクトル範囲	305～2800nm（50%点)
赤外放射計部	
応答時間(95%)	18 秒
感度	２~１５μV/W・m^{-2}
安定性	1%/年
温度特性	6%(-10～+40℃)
傾斜特性	下向き時に最大 3%
視野角	150°
インピーダンス	20～140Ω
スペクトル範囲	3～50μm
ウィンドウオフセット	太陽放射 1000W/m^2 に対して最大 25W/m^2
温度計部	
温度センサ	4 線式 Pt-100(DIN Class A)
温度測定精度	±2K(太陽下の実用的な環境において)

９－２．標準品リスト

MR-60 の標準品リストおよびオプション品リストは下表の通りです。

表５．標準品リスト

物　　品	数　量	備　　考
長短波放射計	1 台	MR-60 本体(ケーブル長は 10m)
取扱説明書	1 部	本書
検査証	1 部	感度定数が記述されています
保証書	1 部	

表６．オプション品リスト

物　　品	数　量	備　　考
ケーブル長	20m	受注生産品（標準品は 10m 長）
ケーブル長	30m	受注生産品（標準品は 10m 長）
ケーブル長	50m	受注生産品（標準品は 10m 長）

10 アフターサービス

修理をご依頼される前に，「８．故障かな，と思ったら」をご確認ください。

お問い合わせ先

弊社連絡先は，次の通りです。

英　弘　精　機　株　式　会　社

本社	〒151-0072	東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8	Tel:(03)3469-6714 Fax:(03)3469-6719
カスタマー サポートセンター	〒151-0072	東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8	Tel:(03)3469-5908 Fax:(03)3469-5897
関西営業所	〒532-0012	大阪府大阪市淀川区木川東 3-1-31 （大桜ビル）	Tel:(06)6307-3830 Fax:(06)6307-3860

ホームページ　http://www.eko.co.jp/

保証について

本製品の無償保証期間は工場出荷後１年間となっております。

詳しくは弊社が定める保証規定に従いますので，弊社の担当者にご相談ください。

取扱説明書について

取扱説明書の内容に関しては，万全を期しておりますが，万一不審な点や誤り，記載漏れなどにお気づきの時には，お手数ですが弊社までご連絡ください。

更新履歴

2011 年 1 月初版作成　Ver0.00（MR-60 用に作成。）
2012 年 6 月　Ver1　(本社移転に伴う住所、電話番号の変更）
2013 年 7 月　Ver2　(仕様一覧の感度定数を削除)
2013 年 8 月　Ver3　(仕様一覧の感度定数および必要なデータロガーの仕様を追記)